

графит на нихромовом токоподводе. Электролиз проводили в гальваностатическом режиме при катодных плотностях тока до  $0.25 \text{ А/см}^2$ . Содержание скандия в полученных сплавах Al-Sc определяли при помощи спектрально эмиссионного и рентгенофазового анализа.

В результате электролизных испытаний были получены сплавы Al-Sc с содержанием скандия от 0.1 до 0.5 мас. %, причем наибольшее содержание скандия в алюминии было достигнуто в расплаве  $\text{KF-AlF}_3$ -(1 мас. %)  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  при  $750^\circ\text{C}$ .

Полученные данные могут быть использованы при подборе оптимальных параметров электролитического получения лигатур и сплавов Al-Sc в промышленном электролизере.

1. Royset J., Ryum N. // International Materials Reviews. 2005. V. 50. P. 19–44.

2. Яценко С.П., Яценко А.С., Овсянников Б.В. и др. Патент РФ 2421537 С2, приоритет от 02.02.2009.

3. Schwellinger P. Int. patent WO 2006/079353 A1, priority date 25.01.2005.

4. Liu Q., Xue J., Zhu J., Guan Ch. // Light metals. 2012. P. 685–689.

5. Пягай И.Н., Яценко С.П., Пасечник Л.А. и др. Труды 4-го Междунар. конгресса «Цветные металлы Сибири–2012», 5–7 сент. 2012 г. Красноярск, 2012. С.176.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение №14.607.21.0042 от 21.08.2014).*

## **ВОЛЬТАМПЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НА КАТОДЕ $\text{Mo}+\text{Al}_2\text{O}_3$ В РАСПЛАВЕ $\text{CaCl}_2\text{--CaF}_2$**

*Храмов А.П., Суздальцев А.В., Зайков Ю.П.*

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20

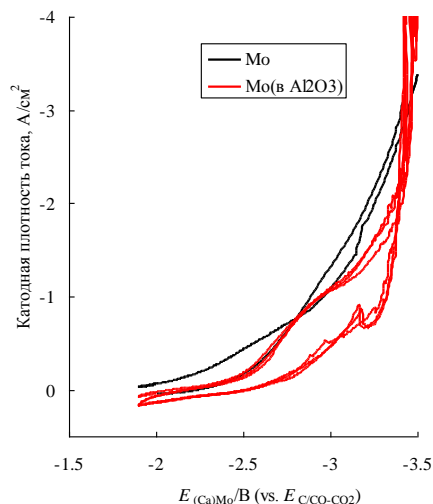
В работе изложены некоторые особенности катодного процесса на молибденовом катоде в расплаве  $\text{CaCl}_2\text{--CaF}_2$  при добавлении ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в католит при  $700\text{--}750^\circ\text{C}$ .

Ранее при помощи гальваностатической поляризации инертных по отношению к кальцию катодов была показана двух-стадийность катодного процесса на них в расплаве  $\text{CaCl}_2\text{--KCl}$  [1]. Отмечено, что ток катодного восстановления катионов  $\text{Ca}^{2+}$  начинает проявляться при потенциалах на 0.5-0.6 В положительнее термодинамического потенциала

выделения кальция при разложении  $\text{CaCl}_2$ . Этот ток обусловлен образованием катионов  $\text{Ca}^+$  по реакции:

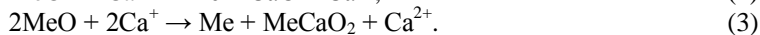
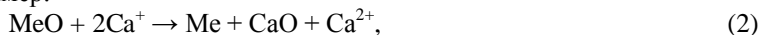


Аналогичный механизм был отмечен и при катодном восстановлении других щелочных и щелочноземельных металлов [2].



Участки вольтамперограмм, характеризующие катодный процесс на Мо с и без  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в расплаве  $\text{CaCl}_2\text{--CaF}_2$  при потенциале на 0.2–0.5 В положительнее потенциала выделения металлического кальция

На вольтамперных зависимостях (см. рисунок), полученных на молибдене в расплаве  $\text{CaCl}_2\text{--CaF}_2$  при добавлении  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в катодит, наблюдается увеличение катодного тока реакции (1), которое может быть вызвано расходом восстановленной формы  $\text{Ca}^+$  по реакциям, например:



Полученные данные указывают на то, что восстановление оксидов металлов может происходить химическим путем в объеме расплава вблизи катода без прямого контакта кристаллов оксида с катодом. При этом в качестве восстановителя оксида выступают растворенные в расплаве субхлориды низшей степени окисления  $\text{Ca}^+$ .

1. Сычев А.Г., Никулин Н.А., Зайков Ю.П. и др. // Расплавы. 1992. № 6. С. 32–37.

2. Барабошкин А.Н. Электрокристаллизация металлов из расплавленных солей. М.: Наука, 1976. С. 93–98.

*Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.*

### **ТРЕХКОМПОНЕНТНАЯ СИСТЕМА NaF–KF–CsF**

*Рагрина М.С., Сухаренко М.А., Гаркушин И.К.*

Самарский государственный технический университет  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244

Методом дифференциального термического анализа (ДТА) [1] исследована трехкомпонентная система NaF–KF–CsF. Элементами ограничения изученной системы являются двухкомпонентные системы NaF–KF [2], NaF–CsF [3], KF–CsF [2] эвтектического типа. Двухкомпонентные системы NaF–KF, KF–CsF имеют область ограниченных твердых рядов на основе компонентов KF( $\alpha$ ) и CsF( $\beta$ ) соответственно[2].

Для экспериментального изучения в системе NaF–KF–CsF был выбран политермический разрез АВ (А–42 % NaF, 58% KF; В–42% NaF, 58% CsF) в поле кристаллизации фторида натрия. В результате экспериментального исследования политермического разреза определена проекция тройной эвтектической точки  $\bar{E}$  на плоскость разреза АВ, ее температура плавления и соотношения в ней концентрации компонентов KF и CsF. Область ограниченных рядов твердых растворов на основе фторида калия и фторида цезия распространяется вглубь треугольника составов. На политермическом разрезе АВ экспериментально определен состав точки С (42% NaF, 10% KF, 48% CsF), которая отмечает границу существования области твердых растворов на основе CsF.

Изучением политермического разреза выходящего из вершины фторида натрия и проходящего через проекцию тройной эвтектики  $\text{NaF} \rightarrow \bar{E} \rightarrow E$ , был определен состав эвтектики: 24% NaF+21% KF+55% CsF с температурой плавления 578 °С. В тройной эвтектике  $E_1$  существует фазовое равновесие  $\text{ж} \rightleftharpoons \text{NaF} + \alpha + \beta$ . Максимальное поле на треугольнике составов принадлежит тугоплавкому фториду натрия, а минимальное поле наиболее низкоплавкому фториду цезия.

1. Егунов В.П. Введение в термический анализ. Самара: СамВен, 1997. 215 с.

2. Диаграммы плавкости солевых систем. Ч. 2: Двойные системы с общим анионом: справочник. М.: Металлургия, 1977. 304 с.